

GUIDE D'APPLICATION DE L'ITSEOA FASCICULE 40 : TUNNELS GÉNIE CIVIL ET ÉQUIPEMENTS

ANNEXE D1 CONTRÔLES ET ESSAIS À RÉALISER LORS D'UNE INSPECTION DÉTAILLÉE PÉRIODIQUE DES ÉQUIPEMENTS

HISTORIQUE DES VERSIONS DU DOCUMENT

Version	Date	Rédacteur	Commentaires
1	octobre 2012	Jean-Claude MARTIN	-

AVERTISSEMENT

Les guides sont l'aboutissement de travaux de synthèse, de réflexion méthodologique, de recherche, de retour d'expérience, menés ou commandités par le CETU. Ils ont vocation à servir de référence pour la conception, la réalisation ou l'exploitation des ouvrages souterrains. Comme tout état de l'art à un moment donné, un guide peut toutefois devenir un jour obsolète, soit du fait de l'évolution des techniques ou des réglementations, soit par la mise au point de méthodes plus performantes.

ATTENTION

Le présent guide est une première version qui est susceptible d'évoluer en fonction des constats faits lors de sa mise en application. L'utilisateur est invité à vérifier quelques fois par an s'il n'existe pas une version modifiée plus récente sur le site internet du CETU.

GUIDE D'APPLICATION DE L'ITSEOA FASCICULE 40 : TUNNELS GÉNIE CIVIL ET ÉQUIPEMENTS

ANNEXE D1 CONTRÔLES ET ESSAIS À RÉALISER LORS D'UNE INSPECTION DÉTAILLÉE PÉRIODIQUE DES ÉQUIPEMENTS

Jean-Claude MARTIN

octobre 2012

Centre d'Études des Tunnel

25, avenue François Mitterrand

Case n°1

69674 BRON - FRANCE

Tél. 33 (0)4 72 14 34 00

Fax. 33 (0)4 72 14 34 30

cetu@developpement-durable.gouv.fr

www.cetu.developpement-durable.gouv.fr

TABLE DES MATIÈRES

Préambule	6
1 Alimentation électrique	8
1.1 État des équipements	8
1.2 Mesure des performances	8
1.3 Essais fonctionnels	8
1.4 Disponibilité des pièces de rechange	8
1.5 Obsolescence des équipements	8
2 Éclairage	8
2.1 État des équipements	8
2.2 Mesure des performances	8
2.3 Essais fonctionnels	9
2.4 Disponibilité des pièces de rechange	9
2.5 Obsolescence des équipements	9
3 Ventilation	9
3.1 État des équipements	9
3.2 Mesure des performances	9
3.3 Essais fonctionnels	10
3.4 Disponibilité des pièces de rechange	10
3.5 Obsolescence des équipements	10
4 Réseaux hydrauliques	10
4.1 Installation de pompage des eaux	10
4.2 Réseau d'eau de lutte contre l'incendie	11
5 Signalisation	11
5.1 État des équipements	11
5.2 Mesure des performances	11
5.3 Essais fonctionnels	11
5.4 Disponibilité des pièces de rechange	11
5.5 Obsolescence des équipements	11
6 Vidéosurveillance y compris dispositif de détection automatique d'incident (DAI)	12
6.1 État des équipements	12
6.2 Mesure des performances	12
6.3 Essais fonctionnels	12
6.4 Disponibilité des pièces de rechange	12
6.5 Obsolescence des équipements	12
7 Équipements de communication avec l'utilisateur	12
7.1 Réseau d'appel d'urgence	12
7.2 Retransmission des radiocommunications	13

8 Équipements de gestion technique centralisée	13
8.1 État des équipements	13
8.2 Mesure des performances	13
8.3 Essais fonctionnels	13
8.4 Disponibilité des pièces de rechange	14
8.5 Obsolescence des équipements	14
9 Autres équipements de sécurité	14
9.1 Détection et gestion des hors gabarit	14
9.2 Dispositifs de fermeture du tunnel	14
9.3 Système de détection incendie en tunnel	15
9.4 Système d'aspersion	15
9.5 Équipements mis à disposition des sapeurs pompiers	15
9.6 Niches de sécurité (appelées aussi postes de secours)	15
9.7 Dispositifs d'auto-évacuation	16
9.8 Issues de secours	16
10 Équipements du Poste de Contrôle Commande	17
10.1 État des équipements	17
10.2 Mesure des performances	17
10.3 Essais fonctionnels	17
10.4 Disponibilité des pièces de rechange	17
10.5 Obsolescence des équipements	17
11 Divers	18
11.1 Locaux techniques (autres que ceux situés dans le poste de contrôle commande)	18
11.2 Stations de recueil de données de trafic	18

PRÉAMBULE

Rappelons qu'une première inspection très complète (appelée inspection détaillée initiale - IDI) doit être réalisée avant la mise en service d'un ouvrage neuf dans le cadre du transfert de la responsabilité de l'ouvrage du maître d'ouvrage constructeur vers le maître d'ouvrage gestionnaire.

Ensuite, pour les équipements, une inspection détaillée périodique (IDP) est à réaliser :

- tous les 6 ans, pour les tunnels de longueur inférieure ou égale à 300 mètres,
- tous les 6 ans (sauf pour la première comme nous le verrons ci-après), pour les tunnels de longueur supérieure à 300 mètres.

La durée de six ans qui sépare deux IDP est identique à la période de validité de l'autorisation de mise en service prévue par le code de la voirie routière pour tous les tunnels routiers, de longueur supérieure à 300 m, en exploitation. En effet, pour ces ouvrages, tous les 6 ans le maître d'ouvrage doit demander au Préfet un renouvellement de cette autorisation ; il lui adresse donc un dossier comprenant notamment un rapport de sécurité établi par un expert ou un organisme qualifié agréé (EOQA tel que défini à l'article R.118-3-3 du code de la voirie routière), dans lequel celui-ci donne son appréciation sur les conditions d'exploitation, l'état de l'ouvrage et de ses équipements, ainsi que sur la pertinence des mesures de sécurité.

Si on réalise l'IDP environ un an avant le renouvellement de l'autorisation de mise en service du tunnel, les résultats de l'IDP peuvent alimenter le travail de l'Expert ou de l'Organisme Qualifié Agréé pour l'établissement de son rapport de sécurité. Si on prend comme origine la mise en service de l'ouvrage, la première IDP sera donc réalisée 5 ans après. Ensuite, l'ensemble des contrôles et essais définis dans cette annexe sont à réaliser périodiquement, tous les 6 ans, durant l'exploitation du tunnel.

La réalisation des IDP relève de la responsabilité du maître d'ouvrage gestionnaire.

Toutefois, une IDP s'inscrit dans une perspective d'audit de performances et de constat d'état porté par un regard extérieur et, à ce titre, elle ne peut pas être réalisée par le niveau opérationnel. Le maître d'ouvrage gestionnaire doit donc en confier la réalisation, totale ou partielle, à des organismes de contrôle ou entités compétentes extérieurs.

Le maître d'ouvrage gestionnaire et/ou les organismes extérieurs pourront s'appuyer sur les essais et contrôles réalisés lors de l'inspection détaillée initiale. Toutefois, lors d'une IDP, tous les essais ne sont pas à réaliser avec le même niveau d'exigence que lors des tests effectués dans l'IDI ; pour l'IDP, le but des mesures est plus de contrôler une évolution que d'évaluer finement une performance.

Les essais et contrôles à réaliser lors d'une IDP sont les suivants :

- contrôles de l'état des équipements,
- mesures des performances,
- essais fonctionnels (par famille),
- vérification de la disponibilité des pièces de rechange,
- appréciation sur l'éventuelle obsolescence de certains équipements.

Toutes ces interventions s'adressent à chaque famille d'équipements présente dans le tunnel concerné.

Rappelons que les séquences particulières de sécurité doivent être réalisées pour la première fois lors de l'IDI, et ensuite reconduites chaque année, y compris bien sûr lors de chaque IDP.

Nota : Ce document ne constitue pas une liste exhaustive de toutes les tâches à effectuer lors d'une inspection détaillée périodique des équipements. Il conviendra de l'adapter aux caractéristiques de l'ouvrage et aux spécificités propres des différentes familles d'équipements présentes dans l'ouvrage.

ESSAIS ET CONTRÔLES DÉTAILLÉS PAR FAMILLE D'ÉQUIPEMENTS

Les essais et contrôles à réaliser lors d'une IDP sont donc les suivants :

- Contrôles de **l'état des équipements** d'un point de vue pérennité. Il convient de procéder à une inspection visuelle de certains équipements clairement identifiés, de préférence dans les zones les plus sensibles (a priori dans l'espace circulé, mais aussi dans certains locaux techniques, voire à l'extérieur de l'ouvrage) et de prendre des photos. Ce contrôle visuel peut être complété par des appréciations sur :
 - la tenue mécanique des enveloppes,
 - l'étanchéité des enveloppes,
 - le degré d'enrouillement pour les matériels en acier,
 - la présence de "rouille blanche" pour de la galvanisation,
 - la présence de piqûre pour de l'aluminium anodisé.
 - **Mesures des performances** : elles portent essentiellement sur les grandeurs caractéristiques du dimensionnement des installations : débits d'air, niveaux d'éclairage, durée d'autonomie d'une batterie, etc.
 - **Essais fonctionnels** (par famille) : ils visent à vérifier le bon fonctionnement des différents systèmes mis en œuvre face à différentes sollicitations (commandes manuelles depuis le poste de contrôle-commande, ordres de marche élaborés en cas de dépassement de seuils prédéfinis, etc.).
 - Vérification de la **disponibilité des pièces de rechange** : en effet, pour certains équipements, faute d'approvisionnement possible en pièces de rechange, il est parfois impossible d'assurer leur entretien ou leur réparation s'ils venaient à tomber en panne. Ce critère intervient fortement dans les matériels de haute technologie (informatique par exemple) mais peut également concerner des équipements électriques lourds (cellules haute tension, par exemple) dont le fonctionnement est essentiel pour l'exploitation de l'ouvrage.
- Appréciation sur **l'obsolescence** de certains équipements : après quelques années de fonctionnement, certains équipements, notamment les matériels de haute technologie (DAI, GTC, supervision, etc.), peuvent assurer parfaitement les services qui leur ont été initialement dévolus, tout en étant très en-deçà des possibilités offertes par les évolutions technologiques les plus récentes. Bien évidemment, il ne s'agit pas d'envisager un renouvellement dès lors qu'un équipement plus performant apparaît sur le marché, mais il convient de mener régulièrement une réflexion sur le caractère obsolète que pourront présenter à court terme certains équipements dans l'objectif de les mettre à jour.

1. ALIMENTATION ÉLECTRIQUE

1.1 État des équipements

Sont notamment concernés :

- les cellules haute-tension,
- les transformateurs,
- les disjoncteurs généraux basse-tension,
- les tableaux généraux basse-tension,
- les coffrets divisionnaires,
- les coffrets d'alimentation des équipements secourus (CAES),
- les groupes électrogènes,
- les onduleurs,
- les câbles,
- les chemins de câbles et leur système de supportage,
- les caniveaux techniques et les chambres de tirage.

1.2 Mesure des performances

Les mesures suivantes doivent être effectuées :

- mesure des temps de basculement du mode normal au mode secours d'alimentation et réciproquement,
- mesure de l'autonomie de la charge des batteries alimentant les ensembles onduleurs,
- contrôle des temps de démarrage et de basculement, ainsi que de l'autonomie du ou des groupes électrogènes.

1.3 Essais fonctionnels

Il convient de :

- vérifier le fonctionnement des dispositifs de basculement en cas de défaut⁽¹⁾ :
 - d'une (ou deux) arrivée(s) haute-tension EDF,
 - d'un transformateur quelconque,
- vérifier, le cas échéant, le démarrage et la reprise du groupe électrogène,
- vérifier le maintien de l'alimentation des circuits de sécurité par l'onduleur en cas de perte de l'alimentation de puissance.

1.4 Disponibilité des pièces de rechange

Les équipements d'alimentation électrique renferment peu de composants de haute technologie (informatique par exemple) et ils présentent des durées de vie élevées (de l'ordre de plusieurs dizaines d'années). Toutefois, comme ils ont un rôle essentiel pour l'exploitation de l'ouvrage, plus la fin de leur durée de vie approche, plus il faut vérifier que les pièces nécessaires à leur entretien sont disponibles.

1.5 Obsolescence des équipements

A priori, peu d'équipements d'alimentation électrique sont concernés par ce critère si ce n'est, peut être, les onduleurs et les variateurs de tension.

2. ÉCLAIRAGE

2.1 État des équipements

Sont notamment concernés :

- les appareils d'éclairage,
- les chemins de câbles (y compris les ancrages) et les boîtes de dérivation,
- les câbles d'alimentation, normaux et résistants au feu,
- les capteurs (luminancemètres et cellules photoélectriques),
- le balisage lumineux.

(1) Le contrôle des dispositifs de protection contre les dangers électriques sont à faire dans le cadre des textes relatifs à la protection des travailleurs (décret du 14 novembre 1988 notamment).

2.2 Mesure des performances

Les mesures ci-dessous doivent être réalisées :

- mesure, suivant différents régimes de fonctionnement, des niveaux de luminance ou d'éclairement obtenus sur la chaussée ou en partie basse des piédroits sur les différents paliers de renforcement et en section courante,
- mesure des niveaux d'éclairement moyen et minimal obtenus sur la chaussée et les trottoirs pour ce qui concerne l'éclairage de sécurité⁽²⁾.

(2) Cet éclairage de sécurité n'est pas exigé pour les tunnels à faible trafic.

2.3 Essais fonctionnels

Il convient de procéder à la vérification :

- de l'exécution des télécommandes depuis le pupitre de l'opérateur jusqu'aux sources lumineuses, régime par régime ou circuit par circuit, selon le cas,
- du bon asservissement des régimes de l'éclairage de renforcement et de l'éclairage de section courante aux informations délivrées par les capteurs (cellules photoélectriques et luminancemètres),
- de l'allumage permanent du balisage lumineux.

2.4 Disponibilité des pièces de rechange

Sont notamment concernés les appareils d'éclairage, les sources lumineuses, les systèmes de variation électronique, les hublots de balisage lumineux, etc.

2.5 Obsolescence des équipements

Pour l'éclairage, les dispositifs les plus concernés sont ceux qui renferment des composants électroniques : luminancemètres et systèmes de variation du flux lumineux.

3. VENTILATION

3.1 État des équipements

Sont notamment concernés :

- les ventilateurs en stations et/ou les accélérateurs (y compris les ancrages),
- les ventilateurs des dispositifs d'évacuation,
- les registres et les silencieux,
- les gaines métalliques et les carneaux de ventilation,
- les dispositifs anti-vibratiles ou de surveillance de vibrations,
- les armoires de commande et/ou variateurs,
- les capteurs de pollution (analyseurs de CO, analyseurs de NO, opacimètres...),
- anémomètres,
- les trappes d'extraction fixes ou télécommandées.

Nota : L'inspection des ancrages des accélérateurs doit se faire annuellement.

3.2 Mesure des performances

Les mesures suivantes doivent être faites :

Système de ventilation longitudinal

- Mesure de la vitesse du courant d'air obtenue suivant différents régimes de fonctionnement des accélérateurs,
- Mesure de vibrations sur les accélérateurs,
- Mesure des niveaux de bruit à différents régimes de fonctionnement des accélérateurs (dans l'ouvrage et aux extrémités),
- Le cas échéant, mesure des débits d'air aspirés par les stations d'extraction massive des fumées dans plusieurs configurations de fonctionnement.

Nota : Si les mesures de vibrations montrent une augmentation par rapport aux mesures précédentes, une action immédiate doit être engagée sur les machines concernées.

Système de ventilation transversal

- Mesure des débits de soufflage d'air frais dans les différents circuits, au régime maximal et au régime minimal, susceptibles d'être utilisés lors des séquences de désenfumage,
- Mesure des débits d'extraction dans les différents circuits au régime maximal. Ces mesures doivent porter sur quelques configurations d'extraction définies dans les différents scénarios de désenfumage étudiés,
- Mesure de vibrations sur les ventilateurs,
- Mesure des niveaux de bruit à différents régimes de fonctionnement des ventilateurs (dans les stations et aux débouchés),
- Mesure des délais de réversibilité effective des circuits (pour système de ventilation réversible).

Nota : Si les mesures de vibrations montrent une augmentation par rapport aux mesures précédentes, une action immédiate doit être engagée sur les machines concernées.

Ventilation des ouvrages de sécurité

- Mesure des débits d'air insufflés dans quelques ouvrages de sécurité en ventilation sanitaire et, suivant les différents scénarios prévus, en mode incendie,
- Mesure de la surpression engendrée par le système de

pressurisation des sas équipant les issues ou abris ou les rameaux de communication avec une galerie de sécurité, ou encore des rameaux de communication entre deux tubes.

Capteurs de pollution et anémomètres

- Mesure des performances.

3.3 Essais fonctionnels

Exploitation courante

Il convient de :

- vérifier l'étalonnage des différents capteurs de pollution et des anémomètres,
- vérifier le bon fonctionnement des télécommandes depuis le poste de contrôle-commande (PCC) jusqu'aux ventilateurs,
- vérifier l'asservissement du régime de ventilation aux informations délivrées par les capteurs de pollution et, éventuellement, les anémomètres : montée, maintien et descente du régime suivant les différentes configurations susceptibles de se présenter.

Désenfumage

Il faut vérifier le déclenchement des dispositifs de désenfumage concernés, sur action du poste de contrôle-commande pour chacun des scénarios d'incendie identifiés (généralement définis en fonction de la localisation de l'incendie dans le tunnel et des conditions de trafic) :

- mise en marche des accélérateurs concernés, du soufflage et de l'extraction de l'air dans les galeries appropriées suivant les régimes de fonctionnement définis,
- le cas échéant, ouverture et fermeture des trappes de désenfumage suivant les séquences pré-programmées,
- mise en marche de la ventilation forcée des sas des issues de secours ou abris,
- etc.

Le cas échéant, il faut vérifier l'exécution des télécommandes depuis les coffrets pompiers jusqu'aux ventilateurs. Enfin, il faut vérifier le fonctionnement des installations en mode dégradé (avarie sur tel ou tel organe).

3.4 Disponibilité des pièces de rechange

Sont notamment concernés les pales de ventilateurs, les moteurs et variateurs électriques, les capteurs de pollution, etc.

3.5 Obsolescence des équipements

Pour la ventilation, les dispositifs les plus concernés sont ceux qui renferment des composants électroniques : capteurs et cartes de contrôle des variateurs.

4. RÉSEAUX HYDRAULIQUES

Par réseaux hydrauliques il faut entendre les installations de pompage des eaux et le réseau d'eau de lutte contre l'incendie.⁽³⁾

4.1 Installation de pompage des eaux

État des équipements

Sont notamment concernés :

- les bassins de récupération,
- les pompes, les dégrilleurs...
- les armoires de commande,
- les capteurs de niveaux.

Mesure des performances

Une mesure du débit des pompes doit être faite.

Essais fonctionnels

Il convient de vérifier :

- le fonctionnement des pompes et des dégrilleurs en mode manuel local,
- le cas échéant, le fonctionnement automatique des installations.

Disponibilité des pièces de rechange

Les équipements de pompage des eaux renferment peu de composants de technologie très évolutive.

Obsolescence des équipements

A priori, les installations de pompage sont peu concernées.

⁽³⁾ Les contrôles à effectuer sur les réseaux de drainage et de collecte des liquides en tunnel sont décrits dans les spécifications propres au génie civil.

4.2 Réseau d'eau de lutte contre l'incendie

État des équipements

Sont notamment concernés :

- les bouches et/ou poteaux d'incendie,
- les canalisations (colonnes sèches ou humides),
- les vannes,
- les sur-presseurs,
- les armoires de commande,
- les dispositifs annexes (anti-bélier, cordons chauffants, etc.).

Mesure des performances

La mesure de la pression et du débit obtenus aux points d'eau, notamment pour ceux les plus éloignés de la source d'alimentation, doit être réalisée. Les tests porteront sur la configuration normale de fonctionnement et sur les modes dégradés.

Essais fonctionnels

Il convient de vérifier :

- le fonctionnement des vannes et appareils d'incendie,
- le fonctionnement, le cas échéant, des dispositifs de bouclage du réseau,
- le dispositif de traçage de la colonne d'eau (lorsqu'il existe).

Enfin, s'il existe une station de pressurisation, il faut vérifier le déclenchement des sur-presseurs en cas d'ouverture des prises d'eau, tant en mode normal de fonctionnement qu'en mode dégradé.

Disponibilité des pièces de rechange

Les équipements du réseau d'eau de lutte contre l'incendie renferment peu de composants de technologie très évolutive.

Obsolescence des équipements

A priori, le réseau d'eau est peu concerné.

5. SIGNALISATION

5.1 État des équipements

Sont notamment concernés :

- les panneaux lumineux de signalisation verticale,
- les panneaux à message variable lumineux (PMV) y compris les feux flashes de renforcement,
- les signaux d'affectation de voie (SAV).

5.2 Mesure des performances

Il convient de mesurer :

- le temps nécessaire pour activer une séquence de SAV,
- le temps nécessaire pour afficher un message sur un PMV.

5.3 Essais fonctionnels

L'activation, sur demande du poste de contrôle commande, doit être vérifiée pour :

- les panneaux à message variable,
- le cas échéant, les signaux d'affectation des voies,
- les panneaux d'information des usagers.

Nota : Les dispositifs de renforcement de la signalisation liés à l'autoévacuation sont traités au paragraphe 9.7.

5.4 Disponibilité des pièces de rechange

Sont notamment concernées les cartes de contrôle-commande des PMV.

5.5 Obsolescence des équipements

A priori, peu d'équipements de signalisation sont concernés par ce critère, si ce n'est peut être les PMV.

VIDÉOSURVEILLANCE Y COMPRIS DISPOSITIF DE DÉTECTION AUTOMATIQUE D'INCIDENT (DAI)

6.1 État des équipements

Sont notamment concernés :

- les caméras intérieures et extérieures,
- les baies techniques,
- les moniteurs d'images,
- les analyseurs DAI,
- les serveurs de stockage d'images.

6.2 Mesure des performances

Sur quelques événements faciles à simuler (arrêt d'un véhicule, présence d'un piéton, etc.), il importe de mesurer :

- le taux de détection,
- le taux de fausses alarmes,
- le délai de détection.

6.3 Essais fonctionnels

Il faut procéder à la vérification :

- de la bonne qualité des images issues des différentes caméras,
- de l'identification des différentes caméras par repérage terrain/moniteur,

- du bon déroulement des cycles de visualisation sur les moniteurs,
- de l'exécution des télécommandes des caméras extérieures,
- de l'affichage des alarmes du système de D.A.I.,
- de la gestion des alarmes du système de D.A.I.,
- du stockage des informations sur un support adapté.

6.4 Disponibilité des pièces de rechange

Sont notamment concernées les caméras, les baies vidéo et les cartes d'analyse de la DAI.

6.5 Obsolescence des équipements

Les installations de vidéosurveillance et de DAI sont très concernées car ces systèmes renferment des composants de technologie très évolutive.

De plus, pour ce qui concerne la DAI, les performances des algorithmes de traitement des images évoluent très vite.

ÉQUIPEMENTS DE COMMUNICATION AVEC L'USAGER

Les équipements de communication avec l'utilisateur comprennent le réseau d'appel d'urgence (RAU) et le système de retransmission des radiocommunications.

7.1 Réseau d'appel d'urgence

État des équipements

Sont notamment concernés :

- les postes d'appel d'urgence,
- le poste centralisateur des appels,
- le média (câbles cuivres ou fibres optiques) qui assure la liaison entre les postes d'appel d'urgence et le poste centralisateur des appels,
- les baies techniques.

Mesure des performances

Il convient de réaliser une mesure qualitative de l'audibilité des liaisons.

Essais fonctionnels

Il importe de :

- vérifier, dans le tunnel, le fonctionnement des différents postes d'appel
- vérifier, à partir du poste centralisateur où sont reçus les appels :
 - l'identification et de la prise en charge des appels,
 - la gestion des appels en attente.

Disponibilité des pièces de rechange

Les équipements du réseau d'appel d'urgence renferment des composants de technologie très évolutive, notamment des cartes électroniques.

Obsolescence des équipements

A priori, les constituants du réseau d'appel d'urgence sont peu concernés.

7.2 Retransmission des radiocommunications

État des équipements

Sont notamment concernés :

- les antennes extérieures, y compris les dispositifs de supportage,
- les ensembles d'émission/réception,
- les liaisons entre les antennes et les ensembles d'émission/réception,
- le câble rayonnant en tunnel, y compris les éléments de fixation à la voûte,
- le dispositif d'incrustation de messages pré-enregistrés.

Mesure des performances

Il convient de mesurer l'audibilité des radios de service dans différentes configurations (liaisons avec l'extérieur, liaisons à l'intérieur du tunnel, etc.) et, le cas échéant, des messages de sécurité sur les radios grand public.

Essais fonctionnels

Il convient de vérifier :

- la nature et le contenu des messages pré-enregistrés,
- la sélection de ces messages,
- la destination et la réception, en tunnel, des messages pré-enregistrés ou parlés,
- le dispositif de modification des messages pré-enregistrés,
- les dispositifs de redondance (câbles rayonnants, câbles à fibres optiques...).

Disponibilité des pièces de rechange

Les antennes extérieures et le câble rayonnant présentent des durées de vie élevées (de l'ordre de plusieurs dizaines d'années).

Celles des systèmes d'émission/réception sont beaucoup plus courtes. De plus, ces matériels renferment beaucoup de composants électroniques.

Obsolescence des équipements

Des changements de fréquence et/ou du mode de transmission peuvent rendre obsolète une installation de retransmission des radiocommunications.

8. ÉQUIPEMENTS DE GESTION TECHNIQUE CENTRALISÉE

8.1 État des équipements

Sont notamment concernés :

- les modules d'entrées/sorties déportés,
- le(s) réseau(x) de collecte des informations, y compris les interfaces,
- les automates programmables,
- le(s) réseau(x) de transport des informations, y compris les interfaces,
- les serveurs,
- le réseau de supervision,
- les consoles et synoptiques de visualisation,
- les périphériques (imprimantes, mémoire de masse...).

8.2 Mesure des performances

Il convient de mesurer le temps de remontée de quelques informations de changement d'état depuis le terrain jusqu'aux consoles de visualisation disposées au poste de contrôle (et réciproquement pour les télécommandes).

8.3 Essais fonctionnels

Ils portent d'une manière générale sur la vérification :

- du bon fonctionnement des automatismes régissant les asservissements courants (asservissement de la ventilation aux mesures des taux de pollution en tunnel) ou permettant d'auto corriger certaines avaries techniques (démarrage automatique d'un groupe électrogène sur absence de moyenne tension ou reconfiguration automatique du réseau de télétransmission en cas de perte d'une fibre optique ou d'un automate...),
- de la remontée des alarmes (taux de pollution de l'air excessif, ouverture de la porte d'une issue de secours) et du bon fonctionnement des moyens de détection et de surveillance (réaction du système de détection incendie, fonctionnement de la surveillance télévisée et du système de détection automatique d'incident),
- de la réalisation effective des ordres issus des télécommandes et portant sur certains équipements pris individuellement,
- du bon fonctionnement des matériels mis en place pour assurer une redondance (automates, réseaux, serveurs, etc.),
- du bon fonctionnement des dispositifs de supervision.

Nota : Certaines des vérifications présentées ci-dessus peuvent déjà avoir été faites dans le cadre des vérifications spécifiques à chacune des différentes familles d'équipements. Dans ce cas, il n'est pas utile de refaire les contrôles.

8.4 Disponibilité des pièces de rechange

Les équipements de gestion technique centralisée renferment beaucoup de composants de haute technologie (informatique par exemple) et ils présentent des durées de vie assez courtes (de l'ordre de quelques années). De plus, comme ils ont un rôle essentiel pour l'exploitation de l'ouvrage, il faut vérifier très régulièrement que les pièces nécessaires à leur entretien sont disponibles.

8.5 Obsolescence des équipements

Ce critère intervient fortement dans les matériels de haute technologie qui composent le système de gestion technique centralisée/supervision. Ces dispositifs (y compris dans certains cas les logiciels associés) doivent donc être, dans leur globalité, particulièrement surveillés de ce point de vue.

9. AUTRES ÉQUIPEMENTS DE SÉCURITÉ

9.1 Détection et gestion des hors gabarit

État des équipements

Sont notamment concernés :

- les détecteurs de hors gabarit disposés en amont de l'ouvrage,
- les panneaux de pré-signalisation,
- les panneaux à message variable,
- la barre de protection des équipements.

Mesure des performances

Il convient de mesurer des temps de détection en simulant des hors gabarit. La lisibilité des panneaux de signalisation et des panneaux à message variable sera vérifiée en conséquence.

Essais fonctionnels

Le fonctionnement automatique de l'installation doit être vérifié. La vérification de l'ensemble du dispositif (et du report de l'information au poste de contrôle) doit être effectuée en simulant localement un dépassement de gabarit.

Disponibilité des pièces de rechange

Les détecteurs et la centrale de détection sont concernés, ainsi que les cartes de contrôle-commande des PMV associés.

Obsolescence des équipements

A priori, les équipements de détection de hors-gabarit sont peu concernés, si ce n'est peut-être les PMV.

9.2 Dispositifs de fermeture du tunnel

Les dispositifs de fermeture du tunnel comprennent les équipements d'arrêt du trafic hors tunnel, aussi bien qu'à l'intérieur du tunnel.

État des équipements

Sont notamment concernés :

- les feux d'arrêt,
- les PMV informatifs associés à la fermeture,
- les barrières de fermeture, y compris les feux flash de renforcement.

Mesure des performances

Il convient de mesurer le temps nécessaire pour réaliser une fermeture d'urgence.

Essais fonctionnels

L'activation, sur demande du poste de contrôle commande, doit être vérifiée pour :

- les feux d'arrêt disposés à l'entrée et, le cas échéant, à l'intérieur du tunnel,
- les PMV informatifs associés,
- le cas échéant les barrières de fermeture télécommandées, y compris les feux flash de renforcement.

Disponibilité des pièces de rechange

Sont notamment concernés les PMV.

Obsolescence des équipements

A priori, le dispositif de fermeture est peu concerné par ce critère, si ce n'est peut-être les PMV.

9.3 Système de détection incendie en tunnel

État des équipements

Sont notamment concernés :

- les détecteurs disposés en tunnel,
- la centrale de traitement des données.

Mesure des performances

Il convient de mesurer des temps de détection en simulant des élévations de température en différents endroits du tunnel.

Essais fonctionnels

Le fonctionnement automatique de l'installation doit être vérifié.

Disponibilité des pièces de rechange

Les détecteurs et la centrale de détection sont concernés.

Obsolescence des équipements

Pour le système de détection incendie, la centrale qui renferme des composants électroniques est la plus concernée.

9.4 Système d'aspersion

Les systèmes d'aspersion sont des systèmes récents et peu déployés dans les tunnels. Le retour d'expérience dont nous disposons actuellement est donc insuffisant pour permettre de définir les actions à conduire tous les six ans en termes de contrôles et d'essais sur de tels dispositifs.

L'activation du système d'aspersion est toutefois à prévoir parmi les séquences de sécurité à réaliser chaque année.

9.5 Équipements mis à disposition des sapeurs pompiers

État des équipements

Sont notamment concernés :

- les anneaux d'ancrage,
- la ligne de vie,
- les prises pompiers (voir paragraphe 9.6),
- les coffrets pompiers.

Mesure des performances

Sans objet.

Essais fonctionnels

- La tenue mécanique des anneaux d'ancrage doit être vérifiée par échantillonnage,
- La continuité de la ligne de vie doit être vérifiée,
- La réalisation effective des commandes accessibles depuis les coffrets pompiers doit être contrôlée.

Disponibilité des pièces de rechange

Pas d'exigence particulière.

Obsolescence des équipements

Sans objet.

9.6 Niches de sécurité (appelées aussi postes de secours)

État des équipements

Sont notamment concernés :

- les panneaux lumineux de signalisation des niches,
- l'éclairage intérieur,
- les extincteurs,
- les portes (pour des niches ou postes fermés),
- les prises pompiers,
- la mise en peinture orange (arche).

Mesure des performances

La lisibilité des panneaux lumineux de signalisation sera vérifiée.

Essais fonctionnels

Il faut vérifier le report des informations ci-dessous :

- décroché extincteurs,
- ouverture de la porte.

Disponibilité des pièces de rechange

A priori, les équipements installés dans les niches sont peu concernés.

Obsolescence des équipements

Les équipements présents dans les niches de sécurité renferment peu de composants de technologie très évolutive.

9.7 Dispositifs d'auto-évacuation

État des équipements

Sont notamment concernés :

- les haut-parleurs disposés au droit des issues,
- les sirènes disposées dans l'espace circulé,
- les chevrons lumineux dynamiques,
- les feux flash.

Mesure des performances

La lisibilité de l'ensemble des constituants du dispositif sera vérifiée (feux flashs, chevrons lumineux dynamiques, etc.). Des mesures acoustiques (sonomètre) et des tests d'audibilité (panel de personnes) seront effectués avec la ventilation à son régime maximal pour :

- les haut-parleurs (tunnel sans circulation),
- les sirènes (panel d'usagers en voiture, pas nécessairement à l'arrêt).

Essais fonctionnels

Le dispositif sera testé individuellement, sur plusieurs zones, par activation depuis le poste de contrôle-commande.

Disponibilité des pièces de rechange

Les différents constituants d'un dispositif d'auto-évacuation renferment peu de composants de technologie très évolutive.

Obsolescence des équipements

Sans objet.

9.8 Issues de secours

État des équipements

Sont notamment concernés :

- les panneaux lumineux de signalisation des issues,
- les portes coupe-feu,
- l'éclairage des portes,
- l'éclairage intérieur des issues, y compris les blocs autonomes d'éclairage,
- les caméras fixes,
- la mise en peinture verte (arche).

Nota : La ventilation des sas est traitée au paragraphe 3.2.

Mesure des performances

La lisibilité de l'ensemble des constituants du dispositif sera vérifiée (panneaux lumineux de signalisation, éclairage, etc.). Le niveau d'éclairement à l'intérieur des issues sera mesuré.

Essais fonctionnels

Il convient de vérifier :

- l'ouverture des portes donnant accès aux issues,
- la continuité du cheminement complet de chaque issue,
- le report de l'information « utilisation de l'issue ».

Disponibilité des pièces de rechange

Les différents matériels installés à proximité ou dans une issue de secours renferment peu de composants de technologie très évolutive.

Obsolescence des équipements

A priori, les dispositifs installés dans les issues de secours sont peu concernés par ce critère.

10. ÉQUIPEMENTS DU POSTE DE CONTRÔLE COMMANDE

10.1 État des équipements

Un poste de contrôle commande renferme beaucoup de matériels qui sont en continuité avec des équipements disposés en tunnel et qui, de fait, sont testés par ailleurs.

Citons par exemple, les moniteurs de vidéosurveillance, la platine de sélection des images, le poste centralisateur des appels téléphoniques d'urgence, le système d'incrustation des messages radio, les consoles de supervision, les périphériques (imprimantes, synoptique, unités de stockage de masse), les serveurs (y compris les réseaux de supervision, les interfaces avec les autres systèmes et les dispositifs de redondance), l'écran de visualisation de la détection incendie en tunnel, la platine de commande de la sonorisation des issues, etc.

Il renferme aussi des matériels plus courants tels que :

- des portes coupe-feu (éventuellement),
- un contrôle d'accès,
- de l'éclairage, y compris des blocs autonomes d'éclairage,
- des téléphones de service,
- des extincteurs,
- un système de détection incendie (salle de supervision et salles techniques),
- des dispositifs d'extinction automatiques (éventuellement),
- une installation de chauffage et/ou climatisation.

10.2 Mesure des performances

L'état des portes coupe-feu doit être vérifié.

Le niveau d'éclairage normal et celui fourni par les blocs autonomes de sécurité doivent être contrôlés.

10.3 Essais fonctionnels

Il faut procéder à la vérification :

- de la manœuvrabilité des portes coupe-feu (éventuellement),
- du système de contrôle d'accès,
- de la commande de l'éclairage, y compris l'activation des blocs autonomes,
- des téléphones de service,
- des extincteurs,
- du système de détection incendie (salle de supervision et salles techniques),
- des dispositifs d'extinction automatiques (éventuellement),
- de l'installation de chauffage et/ou climatisation.

10.4 Disponibilité des pièces de rechange

Les équipements courants d'un poste de contrôle commande renferment peu de composants de technologie très évolutive.

10.5 Obsolescence des équipements

Équipements peu concernés par une éventuelle obsolescence.

11.1 Locaux techniques (autres que ceux situés dans le poste de contrôle commande)

État des équipements

Sont notamment concernés :

- des portes coupe-feu (éventuellement),
- un contrôle d'accès,
- de l'éclairage, y compris des blocs autonomes,
- des téléphones de service,
- des extincteurs,
- un système de détection incendie,
- des dispositifs d'extinction automatiques (éventuellement),
- une installation de chauffage et/ou climatisation,
- des armoires et baies techniques,
- des coffrets divisionnaires électriques.

Mesure des performances

L'état des portes coupe-feu doit être vérifié.

Le niveau d'éclairage normal et celui fourni par les blocs autonomes de sécurité doivent être contrôlés.

Essais fonctionnels

Il faut procéder à la vérification :

- de la manœuvrabilité des portes coupe-feu (éventuellement),
- du système de contrôle d'accès,
- de la commande de l'éclairage, y compris l'activation des blocs autonomes,
- des téléphones de service,
- des blocs autonomes d'éclairage,
- des extincteurs,
- du système de détection incendie,
- des dispositifs d'extinction automatiques (éventuellement),
- de l'installation de chauffage et/ou climatisation,
- des armoires et baies techniques,
- des coffrets divisionnaires électriques.

Disponibilité des pièces de rechange

Les équipements annexes, disposés dans les locaux techniques, renferment peu de composants de technologie très évolutive.

Obsolescence des équipements

Équipements peu concernés par une éventuelle obsolescence.

11.2 Stations de recueil de données de trafic

Les stations de recueil de données de trafic (y compris le dispositif d'affichage des données collectées et mises en forme) qui sont installées en tunnel ne présentent pas de spécificités particulières par rapport à celles qui sont installées à l'air libre. Par conséquent, les mesures et les essais dont elles doivent être l'objet sont identiques.

SÉQUENCES PARTICULIÈRES DE SÉCURITÉ

Il s'agit de vérifier la bonne exécution d'un ensemble d'actions portant sur différents équipements et devant être déclenchées sur évènements répertoriés, soit par réaction automatique des systèmes mis en place, soit sur déclenchement par l'opérateur. Dans ce dernier cas, l'opérateur affiche l'évènement concerné et les actions correspondantes sur les équipements sont réalisées automatiquement. Le nombre et la nature de ces séquences sont variables d'un tunnel à l'autre ; les vérifications à réaliser sont à adapter au cas par cas, les indications qui suivent n'ayant valeur que d'exemple :

Séquence d'ouverture d'une porte de niche de sécurité ou de décroché d'un extincteur (séquence automatique)

- Vérification de la réception au poste de contrôle/commande d'un signal d'alarme,
- Vérification de l'apparition sur un moniteur de l'image télévisée dans le champ de laquelle se trouve la niche,
- Vérification de l'activation de la signalisation dynamique du tube ou de la zone du tube concerné (voir au cas par cas),
- Vérification de l'allumage de l'éclairage de section courante de la zone concernée au régime maximal.

Séquence d'ouverture d'une porte d'issue de secours, d'un abri ou d'une galerie de communication entre tubes (séquence automatique)

Idem ci-avant avec, en outre (sauf issue de secours débouchant directement sur l'extérieur) :

- Vérification du déclenchement de la ventilation de pressurisation de l'ouvrage de sécurité,
- Le cas échéant, vérification de l'émission d'un message pré-enregistré (dans les abris notamment).

Séquence d'accident de la circulation sans fermeture du tunnel (sur activation de l'opérateur)

- Vérification de l'activation de la signalisation dynamique,
- Vérification de l'allumage de l'éclairage de section courante au régime maximal,
- Vérification de l'apparition sur moniteur de l'image de vidéosurveillance correspondant au lieu de l'accident.

Séquence d'accident de la circulation avec fermeture du tunnel (sur activation de l'opérateur)

Idem ci-avant avec, en outre :

- Vérification de l'activation de la signalisation d'arrêt, de la signalisation de déviation associée et, le cas échéant, de la fermeture de la barrière d'entrée.

Séquence de désenfumage (sur activation de l'opérateur)

- Vérification de l'exécution de la séquence de fermeture du tube (ou des deux tubes – Voir ci-dessus),
- Vérification du déclenchement de la séquence désenfumage pré-programmée adaptée aux différents scénarios envisagés (localisation de l'incendie notamment) - Voir § 3.2 et 3.3,
- Vérification de la mise en marche de la ventilation de pressurisation des ouvrages de sécurité concernés par le scénario considéré,
- Vérification de l'apparition sur l'écran de contrôle/commande des schémas indiquant l'état de fonctionnement des équipements de sécurité,
- etc. (à adapter au cas par cas).

Séquence d'auto-évacuation (sur activation de l'opérateur)

- Vérification de l'exécution de la séquence de fermeture du tube (ou des deux tubes),
- Vérification du déclenchement de la séquence désenfumage pré-programmée adaptée aux différents scénarios envisagés,
- Vérification de la mise en marche de la ventilation de pressurisation des ouvrages de sécurité concernés par le scénario considéré,
- Vérification de la mise en marche des dispositifs d'auto-évacuation dans la ou les zones concernées,
- Vérification de l'apparition sur l'écran de contrôle/commande des schémas indiquant l'état de fonctionnement des équipements de sécurité,
- etc. (à adapter au cas par cas).

Séquence d'aspersion (sur activation de l'opérateur)

- Vérification de l'exécution de la séquence d'aspersion sur la zone choisie.

Aide opérateur

Pour les différentes séquences, telles que celles indiquées ci-avant, vérification de l'apparition sur l'écran de contrôle/commande des fiches adéquates de consignes à appliquer.



Centre d'Études des Tunnels

25 avenue François Mitterrand
Case n°1

69674 BRON - FRANCE

Tél. 33 (0)4 72 14 34 00

Fax. 33 (0)4 72 14 34 30

cetu@developpement-durable.gouv.fr

